中　國　昆　蟲　學　報
第一卷第二期　128—135 頁　1950 年12月

六六六對於飛蝗蝻期的燻蒸作用

曹　驥　　李光博

(華北農業科學研究所)

一、前　　言

六六六不但是一種强有力的胃毒兼接觸劑，並且具有相當的燻蒸作用，過去從事研究六六六燻蒸作用的爲人不多，Srivastava 和 Wilson (1947) 曾用德國蟑螂，東方天幕毛虫和五種倉庫害蟲裝入金屬紗籠裏邊，在容積二五二.二八立方呎的減壓瓶裏，分四種方法研究。(1)測定六六六蒸氣對以上幾種昆蟲的燻蒸作用，認爲六六六蒸氣對於不同種類的昆蟲和時期有不同程度的作用。(2)研究六六六殘餘蒸氣對天幕毛蟲幼蟲的燻蒸效力，認爲將六六六本身除去二十四小時之後，其殘餘的蒸氣仍舊具有可觀的燻蒸作用。(三)以二硫化炭、二氯乙烷和四氯化炭加用微量六六六，結果發現這三種燻蒸劑都能因加用微量的六六六而減低它們原來的用量，有的竟可以減低一半。(四)以紅麵粉蚲爲材料試驗六六六燻蒸和接觸的共同作用，結果發現燻蒸作用不及接觸作用强。

Hoffman 和 Lindquist (1949)，研究數種新殺蟲劑的燻蒸性質，曾以廣口瓶(容積六一立方吋，裏面積〇.六平方呎)四個，其中二個以供試藥劑的丙酮溶液噴射後，與另外兩個未加處理的瓶口相對，分爲兩組，一組處理瓶在上，另一組處理瓶在下，然後取飼養三至五天的家蠅五〇至七五頭，裝入未處理瓶中，二瓶口間加細紗一層，以免使蠅飛入處理瓶內與藥接觸，如此燻六小時或至全部家蠅擊倒時爲止，記明全部擊倒所需時間，將蟲移入清潔容器裏，飼以食料，按一定時間檢查死亡情形，並以同樣方法於噴藥後一定日數加以試驗。結果認爲在每平方呎一〇〇毫克(95% γ 六六六)用量下，幾種藥劑中以 γ 六六六擊倒最快，且噴藥後經三〇七天仍可獲二十四小時全部殺死的結果。商品六六六(含 γ 六六六12.8 %)則經一四五天可得75%的二十四小時死亡率。但當用量爲每平方呎一〇毫克時 γ 六六六於噴藥第四三天時可得百分之百的二十四小時死亡率，而於第八二天的試驗結果則相對減低。

Fulton, Nelson 和 Smith (1950)研究純 γ 六六六(Lindane)蒸氣對昆蟲的毒理，曾在厩棚及温室中研究施用水懸浮液或氣態純 γ 六六六對家蠅，蚜蟲和條薊馬等的燻蒸作用都很强，以25% 的純 γ 六六六可濕性粉配成的懸浮液每平方尺二十五毫克的用量處理過的牛棚，三十天後仍可把掛在棚頂的籠裏的家蠅燻死百分之四十。二小時前以氣態純 γ 六六六處理過的牛棚則可將全籠家蠅燻死。

由此看來六六六具有相當的燻蒸作用已無疑義。筆者們於蝗蝻毒餌試驗中觀察到有少數蝗蝻未曾取食毒餌；亦有中毒死亡情形。此種現象固然可歸之接觸和燻蒸作用，然此兩種作用究竟各有多大，還是一個未解決的問題，因此遂開始六六六對蝗蝻的燻蒸試驗，藉以瞭解其對蝗蝻的燻蒸作用的强弱。因已告一段落，故予發表。

二、材料和方法

供試藥劑爲含 γ 六六六百分之六.五的水濕性六六六粉(英國植物保護公司出品)，加蒸餾水配成含 γ 六六六千分之一的水懸浮液，取一五〇 c.c.；全部用小型噴霧器噴在一個容積爲〇.七三立方公尺的木框玻璃箱的上頂和四週內表面上，用量相當於每平方公尺七九.七九毫克的 γ 六六六。噴藥後靜置四十分鐘，以待水分蒸發至乾.此時遂取三齡蝗蝻一百頭；分裝在九個金屬紗籠裏，懸掛在箱中央一玻棒上，按次序爲一至九號，第五籠(中央一個)裝蝻十二頭，其餘八籠各裝蝻十一頭，籠內並預置新鮮的玉米葉，供蝗蝻取食。掛妥後立即將箱門緊閉，如此燻蒸四小時後將籠取出，一部放室內，一部放室外通風地方，再按照一定時間觀察蝻的死亡及恢復情形。在燻蒸期間並隨時觀察記錄開始擊倒和擊倒一半所需時間。如此於噴藥後第二、四、八、十四天以同樣的方法試驗對三齡蝗蝻的燻蒸作用，惟供試蝻總數改爲五十頭，平均分裝五籠，此外並以同樣方法於噴藥後第一、三兩天試驗對五齡蝻的燻蒸作用，特別注意雌雄性抵抗能力之不同。

至噴藥後第十六天，將電扇一具放入箱內，以最大電力吹動一小時（平均正面風速每小時四.〇五英里)，將箱內原有蒸氣吹凈，再以同上方法試驗對三齡蝻的燻蒸作用的減低程度。

對照組除每次試驗時於室內設置外，並以另一個容積約〇.一三立方公尺的木框玻璃箱，放蟲一籠，箱門緊閉，觀察蝗蝻生活情況，以茲對照。至於死亡標準則凡以針觸動後毫無反應的認爲死亡，微有反應而不能正常生活的認爲昏迷。

三、結 果

觀表一知六六六蒸氣對蝗蝻的燻蒸作用極强，噴藥後四十分鐘一組，被燻的三齡蝗蝻於三十分鐘後開始擊倒，四十分鐘後可以擊倒一半，五十分鐘後則全部擊倒。經過四小時燻蒸將籠取出後，其二十四小時的死亡率爲94%，四十八小時後全部死亡。中毒現象首先現於腿部，前中兩對腿時常作不自然的震動，少時後開始疾跳，終於身體失去平衡而倒，痙攣不止，並有脫足者。

表一 密閉條件下六六六對三齡蝗蝻之燻蒸作用

噴藥後日數	供試蟲數	開始擊倒所需時間	擊倒一半所需時間	死亡率 %（小時後）12	24	48	溫度 C°
.028 (40分)	100	分 30	分 40	47	94	100	35.5
2	50	63	115	32	74	100	33.2
4	50	133	151	—	40	90	23.5
8	50	91	114	22	52	99	29.7
14	50	109	154	0	46	84	29.8
16*	50	134	227	0	12	60	30.6

*註：經過4.05 M.P.H. 風速電扇吹過一小時。

燻蒸效力按日遞減，噴藥後第二天同樣三齡蝗蝻，須燻六十三分鐘才開始擊倒，一一五分鐘擊倒一半，二十四小時死亡率爲74%，效力已不如當日之强；但四十八小時後被燻蝗蝻仍全部死亡。至第十四天時則須燻一〇九分鐘才開始擊倒，一五四分鐘後擊倒一半，二十四小時死亡率爲 46%，四十八小時死亡率降低至84%。

六六六的燻蒸作用和溫度有密切的關係，當溫度昇高的時候其作用則强，溫度降低的時候其作用則變弱，觀表一可見噴藥第四天燻蒸時溫度較低，蝻被擊倒一半時需要一五一分鐘，而第八天因溫度較高，雖然遲後四天，而擊倒一半時間僅需一一四分鐘，返而較快三十七分。而且二十四小時和四十八小時死亡率第四天也全較第八天爲低。

經過風吹之後，效力更顯然降低，觀表一見噴藥後第十六日結果，風吹之後，被燻三齡蝗蝻，需時一三四分才開始擊倒，擊倒一半時則需時二二七分鐘，死亡率也顯著降低，二十四小時死亡率爲12%，四十八小時後死亡率僅達60%。此與前人結果也很相符(Dustan et al. 1947)。

五齡蝻抗藥力較强，見表二則知噴藥一日後以五齡蝻試驗結果，燻蒸一〇八分鐘才開始擊倒，比較噴藥二日後三齡蝻被燻擊倒時間尙慢四十五分鐘，二十四小時死亡率爲22%，亦較噴藥二日後三齡蝻試驗結果爲低。至噴藥後第三日二十四小時死亡率已爲〇，而三齡蝻第四日二十四小時死亡率尙有40%。

表二　密閉條件下六六六對五齡蝗蝻之燻蒸作用

噴藥後日數	供試蟲數	開始擊倒所需時間	擊倒一半所需時間	死亡蟲數(小時後) 24			48			死亡率%(小時後) 24			48			溫度 °C
				♂♂	♀♀	合計	♂♂	♀♀	合計	♂♂	♀♀	平均	♂♂	♀♀	平均	
1	頭 50	分 108	分 135	8	3	11	25	22	47	32	12	22	100	88	94	32.5
3	50	205	692	0	0	0	14	9	23	0	0	0	56	36	46	25.7

蝗蝻對六六六蒸氣的反應力因性別而有不同，雄蝻抗藥力弱，雌蝻抗藥力强。試驗觀察中每每發現雄蝻先被擊倒並先死亡。觀表二噴藥後一、三兩天之二十四及四十八小時結果，雄蝻死亡率均較雌蝻死亡率爲高，與齡期合併起來看，抗藥力强弱可能與身體大小有關。

試驗過程中對照組均無死亡，又另設之未噴藥箱，放蝻一籠(十頭)經二晝夜仍生活如故，且甚爲活潑。

六六六蒸氣對蝗蝻的燻蒸作用强大，由於上述結果已極顯然。其作用按日遞減的原因，可能因其蒸氣於平時自箱門不甚嚴密處及因試驗操作當中打開箱門而逸出之故。至於擊倒之蝗蝻，無論放於溫室內或室外通風處，均無恢復者，可見燻蒸效果確係中毒而非痲醉。

又六六六噴在木質上，特別是塗有油漆的木質上，其殘餘藥效可保持相當長久，而且相當牢固，本試驗完畢後，曾用水數度冲洗木箱，並以棉花蘸丙酮揩擦，然後再行冲洗，如此反復數次，但最後放入蝗蝻，經四小時仍有中毒擊倒現象，其殘餘毒力之大，簡直令人不敢相信。

由此看來，勢必有一部分六六六被木質吸收，或被油漆溶解，而不能以冲洗方法去淨，遂即另作一試驗加以證明，其法以千分之一的 γ 六六六水懸浮液十五 c.c. 噴在一具有七七五平方公分油漆面的木塊上，把噴藥木塊置於一容積約二十公升的玻璃鐘下，再以三齡蝻十頭裝於鐵紗籠內，放於玻鐘下燻蒸，結果經九十三分鐘即開始擊倒，一一五分鐘可擊倒一半。其後取出木塊冲洗揩擦如前，並以水裝滿玻

鐘,趕盡殘餘毒氣,然後揩淨水分以同樣方法試驗,發現仍有中毒作用,由此證明必有一部分六六六被木質吸收或油漆溶解,不易洗淨。

四、討　　論

以本試驗與 Hoffman 和 Lindquist 的試驗結果加以比較,表面看來六六六對蝗蝻的燻蒸作用不似對家蠅毒力之强,但加以分析後,兩個試驗在用藥量上却有很大的差異。按單位面積用藥量計, Hoffman 等之試驗每平方呎用 γ 六六六 95 毫克,可折爲每平方公尺用藥1021.51毫克。本試驗則每平方公尺僅用 γ 六六六79.79毫克, 單位面積用藥量相差一二. 八倍。若按一定容積內用藥量計則相差更遠, Hoffman 等所用的廣口瓶其容積不過六一立方英寸可折爲〇. 〇〇一立方公尺,瓶之裏面積爲〇.六平方呎,按每平方呎九五毫克 γ 六六六用量計, 每瓶中當噴藥五七毫克,換言之即在〇. 〇〇二立方公尺容積(二廣口瓶相對後容積之和) 中需 γ 六六六57毫克。但本試驗則所用箱之容積爲〇.七三立方公尺,而全箱僅用 γ 六六六 150 毫克,按單位容積內藥量言,前者相當於每立方公尺用藥二八.五克,而後者相當於每立方公尺用藥〇.二〇五克,二者相差一三九倍之多。再者燻蒸的時間長短也不一樣, Hoffman 等之試驗須燻六小時或至全部擊倒爲止,而本試驗只燻四小時,亦較短二小時。由此看來本試驗結果,已充分證明了六六六對蝗蝻的燻蒸作用不見得比對家蠅的作用爲小, 又考慮單位容積內用藥之少及擊倒率之大, 相信在實地應用六六六防治蝗蝻時,燻蒸作用當有顯現的可能。即或不能擊倒,只要稍有中毒,可使蝗蝻疾跳不止,亦可增加與藥接觸的機會。

再根據筆者們蝗蝻毒餌試驗(未發表),0. 1至0. 5% 的 γ 六六六毒餌對三齡蝗蝻擊倒需時三十分鐘, 而本試驗中噴藥四十分鐘後燻蒸結果擊倒時間也不過三十分鐘(見表一),並不比毒餌試驗結果爲低,此爲燻蒸作用强大的又一佐證。

關於 γ 六六六的蒸氣壓據前人研究或謂相當於〇.〇三粍水銀柱(Slade1945)或謂僅〇.〇〇〇〇〇九四粍水銀柱(Balson 1947),相差懸殊(以上均在攝氏二〇度)。近據 Smallman(1949)測定 γ 六六六在攝氏二十五度之蒸氣壓爲〇.〇〇〇〇二一粍水銀柱,與 Balson 的數字較爲接近, 足證 Slade 的測定數有過高之嫌, 由此可見六六六燻蒸作用主要係依靠其殺蟲效力的强大, 並不一定在密閉條件下方可發揮。

參 考 文 獻

Dustan, G. G., Putmun, W. L., and Armstrong, T. 1947. Experiments with wind on the fumigation action of newer organic insecticides. Canad. Entomologists **59** (3): 45-50..

Fulton, R. A., Nelson, R. H., and Smith, F. F., 1950. The toxicity of lindane vapor to insects. J. Econ. Ent. **43**: 223-4.

Hoffman, R. A., and Lindquist, A. W., 1949. Fumigating properties of several new insecticides. J. Econ. Ent. **42**: 436-8.

Metcalf, R. L. 1948. The mode of action of organic insecticides. CBCC Review No. 1. Washington.

Smallman, B. N., 1949. Residual action of low vapour pressure fumigants. J. Econ. Ent. **42**: 596-601.

Srivastava, A. S., and Wilson, H. F., 1947. Benzene hexachloride as a fumigant and a contact insecticide. J. Econ. Ent. **40**: 569-71.

Fumigation Action of 666 against Nymphs of the Migratory Locust

Chi Tsao and K. P. Li

Abstract

In the course of cage tests with 666 baits against nymphs of the migratory locust (*Locusta migratoria manilensis* Meyen), it has been suggested that fumigation action of 666 might be responsible for parts of the knockdowns of nymphs which had not tasted the bait. A review of literature reveals that fumigation action of 666 had been demonstrable against many species of insect exclusive of the migratory locust. Experiments were therefore carried out in September, 1950 on the fumigation action of 666 against this particular pest.

One wooden-framed glass cabinet with a volume of 0.73 cubic meter was used as the fumigation chamber. This was sprayed internally with 150 cc. of 0.1% 666 suspension. The calculated dosage is 79.79 cc. per square meter, or roughly 80 mg. of gamma 666 per square meter. Nymphs in wire cages were suspended in this chamber after various number of days, and in each case, only four hours of exposure to the toxicant were allowed.

The whole experiment was conducted in an unheated greenhouse in which temperature varied greatly. The 24-hour mortality of third instar nymphs subjected to fumigation 4 hours after spraying was 94% (35.5°C). It dropped to 74% 2 days after spraying (33.2°C). The figures for 8 and 14 days were 52 and 46% respectively (29.8°C). It was found that fumigation action was affected to a great deal by low temperature, as there was only 40% mortality 4 days after spraying when the temperature reading gave a low of 23.5°C. Knockdown values seemed follow the same general trend.

Fifth instar nymphs were used for test only twice, once 24 hours after spraying and once 2 more days later. They were more resistant to fumigation than the third instar nymphs and the females were much more so. Considered

as a whole, the fumigation action of 666 seems to be a function of temperature, vapor density and the body size of the nymphs.

That 666 is highly volatile irrespective of its low vapor pressure has been demonstrated by blowing the fumigation chamber for an hour with an electric fan on the 16th day after spraying, and then exposing the third instar nymphs almost immediately. A 12% 24-hour and 60% 48-hour mortality was obtained (30.6°C) nevertheless. Thorough washing with water and rubbing with actone-saturated cotton balls for several times did not remove all the 666 residue either, as the chamber thus treated still caused some mortality of the test insects.

In conclusion, it seems that the fumigation action of 666 against the nymphs of the migratory locust is strong and persistent, and as such it may play a rôle in actual field control.